This is a digital copy of a book that was preserved for generations on library shelves before it was carefully scanned by Google as part of a project to make the world's books discoverable online.

It has survived long enough for the copyright to expire and the book to enter the public domain. A public domain book is one that was never subject to copyright or whose legal copyright term has expired. Whether a book is in the public domain may vary country to country. Public domain books are our gateways to the past, representing a wealth of history, culture and knowledge that's often difficult to discover.

Marks, notations and other marginalia present in the original volume will appear in this file - a reminder of this book's long journey from the publisher to a library and finally to you.

**Usage guidelines**

Google is proud to partner with libraries to digitize public domain materials and make them widely accessible. Public domain books belong to the public and we are merely their custodians. Nevertheless, this work is expensive, so in order to keep providing this resource, we have taken steps to prevent abuse by commercial parties, including placing technical restrictions on automated querying.

We also ask that you:

+ *Make non-commercial use of the files* We designed Google Book Search for use by individuals, and we request that you use these files for personal, non-commercial purposes.

+ *Refrain from automated querying* Do not send automated queries of any sort to Google's system: If you are conducting research on machine translation, optical character recognition or other areas where access to a large amount of text is helpful, please contact us. We encourage the use of public domain materials for these purposes and may be able to help.

+ *Maintain attribution* The Google "watermark" you see on each file is essential for informing people about this project and helping them find additional materials through Google Book Search. Please do not remove it.

+ *Keep it legal* Whatever your use, remember that you are responsible for ensuring that what you are doing is legal. Do not assume that just because we believe a book is in the public domain for users in the United States, that the work is also in the public domain for users in other countries. Whether a book is still in copyright varies from country to country, and we can't offer guidance on whether any specific use of any specific book is allowed. Please do not assume that a book's appearance in Google Book Search means it can be used in any manner anywhere in the world. Copyright infringement liability can be quite severe.

**About Google Book Search**

Google's mission is to organize the world's information and to make it universally accessible and useful. Google Book Search helps readers discover the world's books while helping authors and publishers reach new audiences. You can search through the full text of this book on the web at `http://books.google.com/`

**Über dieses Buch**

Dies ist ein digitales Exemplar eines Buches, das seit Generationen in den Regalen der Bibliotheken aufbewahrt wurde, bevor es von Google im Rahmen eines Projekts, mit dem die Bücher dieser Welt online verfügbar gemacht werden sollen, sorgfältig gescannt wurde.

Das Buch hat das Urheberrecht überdauert und kann nun öffentlich zugänglich gemacht werden. Ein öffentlich zugängliches Buch ist ein Buch, das niemals Urheberrechten unterlag oder bei dem die Schutzfrist des Urheberrechts abgelaufen ist. Ob ein Buch öffentlich zugänglich ist, kann von Land zu Land unterschiedlich sein. Öffentlich zugängliche Bücher sind unser Tor zur Vergangenheit und stellen ein geschichtliches, kulturelles und wissenschaftliches Vermögen dar, das häufig nur schwierig zu entdecken ist.

Gebrauchsspuren, Anmerkungen und andere Randbemerkungen, die im Originalband enthalten sind, finden sich auch in dieser Datei – eine Erinnerung an die lange Reise, die das Buch vom Verleger zu einer Bibliothek und weiter zu Ihnen hinter sich gebracht hat.

**Nutzungsrichtlinien**

Google ist stolz, mit Bibliotheken in partnerschaftlicher Zusammenarbeit öffentlich zugängliches Material zu digitalisieren und einer breiten Masse zugänglich zu machen. Öffentlich zugängliche Bücher gehören der Öffentlichkeit, und wir sind nur ihre Hüter. Nichtsdestotrotz ist diese Arbeit kostspielig. Um diese Ressource weiterhin zur Verfügung stellen zu können, haben wir Schritte unternommen, um den Missbrauch durch kommerzielle Parteien zu verhindern. Dazu gehören technische Einschränkungen für automatisierte Abfragen.

Wir bitten Sie um Einhaltung folgender Richtlinien:

+ *Nutzung der Dateien zu nichtkommerziellen Zwecken* Wir haben Google Buchsuche für Endanwender konzipiert und möchten, dass Sie diese Dateien nur für persönliche, nichtkommerzielle Zwecke verwenden.

+ *Keine automatisierten Abfragen* Senden Sie keine automatisierten Abfragen irgendwelcher Art an das Google-System. Wenn Sie Recherchen über maschinelle Übersetzung, optische Zeichenerkennung oder andere Bereiche durchführen, in denen der Zugang zu Text in großen Mengen nützlich ist, wenden Sie sich bitte an uns. Wir fördern die Nutzung des öffentlich zugänglichen Materials für diese Zwecke und können Ihnen unter Umständen helfen.

+ *Beibehaltung von Google-Markenelementen* Das "Wasserzeichen" von Google, das Sie in jeder Datei finden, ist wichtig zur Information über dieses Projekt und hilft den Anwendern weiteres Material über Google Buchsuche zu finden. Bitte entfernen Sie das Wasserzeichen nicht.

+ *Bewegen Sie sich innerhalb der Legalität* Unabhängig von Ihrem Verwendungszweck müssen Sie sich Ihrer Verantwortung bewusst sein, sicherzustellen, dass Ihre Nutzung legal ist. Gehen Sie nicht davon aus, dass ein Buch, das nach unserem Dafürhalten für Nutzer in den USA öffentlich zugänglich ist, auch für Nutzer in anderen Ländern öffentlich zugänglich ist. Ob ein Buch noch dem Urheberrecht unterliegt, ist von Land zu Land verschieden. Wir können keine Beratung leisten, ob eine bestimmte Nutzung eines bestimmten Buches gesetzlich zulässig ist. Gehen Sie nicht davon aus, dass das Erscheinen eines Buchs in Google Buchsuche bedeutet, dass es in jeder Form und überall auf der Welt verwendet werden kann. Eine Urheberrechtsverletzung kann schwerwiegende Folgen haben.

**Über Google Buchsuche**

Das Ziel von Google besteht darin, die weltweiten Informationen zu organisieren und allgemein nutzbar und zugänglich zu machen. Google Buchsuche hilft Lesern dabei, die Bücher dieser Welt zu entdecken, und unterstützt Autoren und Verleger dabei, neue Zielgruppen zu erreichen. Den gesamten Buchtext können Sie im Internet unter `http://books.google.com` durchsuchen.

2 45 0174 6785
LANE MEDICAL LIBRARY STANFORD

Über die

# Wirkungen des Sonnenlichtes auf den Menschen.

Vortrag

gehalten in der

öffentlichen Sitzung der Naturforschenden Gesellschaft zu Freiburg i. Br.

am 5. März 1908

von

Ludwig Aschoff

Dr. med. Professor der path. Anatomie
Freiburg i. Br.

Freiburg und Leipzig
Speyer & Kaerner
1908.

U 843
A 81
1908

LANE
MEDICAL LIBRARY
SEAL OF THE LELAND STANFORD JUNIOR UNIVERSITY
SEMPER VIRENS
1885
Gift
Dr. L. Eloesser
AMERICAN BANK NOTE CO. (LTHO)

Über die

# Wirkungen des Sonnenlichtes auf den Menschen.

Vortrag

gehalten in der

öffentlichen Sitzung der Naturforschenden Gesellschaft zu Freiburg i. Br.

am 5. März 1908

von

**Ludwig Aschoff**

Dr. med. Professor der path. Anatomie
Freiburg i. Br.

**Freiburg** und **Leipzig**
Speyer & Kaerner
1908.

LANE LIBRARY

LANE LIBRARY

Sehr geehrte Anwesende!

Dass alles organische Leben auf unserer Erde nur den Strahlen der Sonne seine Fortdauer verdankt, ist eine allen bekannte Erfahrung. Halb bewusst, halb unbewusst haben die Naturvölker diese gewaltige Wirkung des Sonnenlichtes in den verschiedenen Formen der religiösen Verehrung, welche der Sonne zuteil wurde, zum Ausdruck zu bringen versucht. Auch wir alle beobachten die belebende Wirkung des Tages und des Sonnenlichtes nicht nur an der uns umgebenden Natur, an dem Erwachen des Vogelgesangs und der Eröffnung der Blütenkelche, an der Bewegung der Pflanzen, sondern empfinden dieselbe auch an unserem eigenen Körper und sehen sie sich wiederspiegeln in der froheren Stimmung unserer Psyche. Aber dieses Sonnenlicht, welches anscheinend das Leben in der Natur nur fördert, das Wachstum beschleunigt, die schlafende Natur zum Erwachen bringt, kann auch schädigende, zerstörende, ja totbringende Wirkungen entfalten. Gerade diese schädlichen Wirkungen interessieren den Pathologen besonders, und wenn ich mit diesen vielfach bekannten Erscheinungen beginne, so geschieht es deswegen, weil sie besonders eingehend studiert sind und ihre Kenntnisse uns erst einen Einblick in die allgemein empfundenen und beobachteten, in ihrem Wesen aber noch sehr rätselhaften, wohltuenden und heilenden

58811

Wirkungen des Lichtes gegönnt haben. Schon das Altertum hat die schädlichen Wirkungen und die krankheitserregenden Eigenschaften des Sonnenlichtes bis zu einem gewissen Umfange erkannt. Jedem Laien ist das störende Hervortreten der Sommersprossen zur Genüge bekannt. Um diesen oft so entstellenden Veränderungen der Gesichtshaut zu entgehen, haben schon die alten Ärzte, wie Celsus, die Anwendung bestimmt gefärbter Schleier oder gefärbter Salben während der Sommermonate vorgeschrieben. Und für die Krankheiten, die das Nervensystem stark in Mitleidenschaft ziehen, wie z. B. den Typhus, hat die Schule der Methodiker die schädlichen erregenden Einflüsse des grellen Tageslichtes durch geeignete Verdunkelung der Zimmer wohl zu verhüten vermocht.

Aber diese soeben erwähnten kleinen Schönheitsfehler, welche das Sonnenlicht der empfindlichen Haut in der Zeit des Sommers aufdrückt, sind gering zu schätzen gegenüber den schweren Veränderungen, welche viele von uns, die ohne genügenden Schutz die Schneeflächen des Hochgebirges und die Gletscher passierten, genügsam am eigenen Leibe erfahren konnten. Der sogenannte Gletscherbrand, das Erythema solare, ist nichts anderes als eine typische echte Entzündung der Haut an denjenigen Stellen, welche unbekleidet dem Sonnenlicht ausgesetzt werden und äussert sich in schmerzhaften Schwellungen der betr. Teile, die anfangs lebhaft gerötet, sehr heiss sich anfühlen und mit starker Schuppenbildung zur Norm zurückzukehren pflegen.

Wie kommt nun diese Wirkung des Lichtes zustande?

Ehe wir in diese Untersuchungen eintreten, müssen wir unser Thema noch genauer umschreiben und uns fragen, was wir unter Sonnenlicht als Quelle der Krankheit und der heilenden Wirkungen verstehen wollen: Der Physiker

definiert bekanntermassen das Licht als elektro-magnetische Schwingungen des Äthers. Diese elektro-magnetischen Schwingungen besitzen die allerverschiedensten Wellenlängen; und nur eine bestimmte Gruppe von Schwingungen, nämlich diejenigen, welche bei ihrem Auftreffen auf unsere Netzhaut eine Lichtempfindung auslösen, werden im engeren Sinne als Lichtstrahlen bezeichnet, und es ist ja allen bekannt, dass sich dieses Strahlengemisch durch ein Prisma in seine einzelnen Bestandteile, d. h. in die Lichtstrahlen der verschiedenen Wellenlängen zerlegen lässt, welche von dem roten Ende des Spektrums beginnend an dem violetten Ende desselben endigen. Es ist aber auch bekannt, dass in dem Sonnenlicht zahlreiche Strahlen vorhanden sind, welche von unserm Auge nicht wahrgenommen werden und welche jenseits des roten und jenseits des violetten liegen und als ultrarote und als ultraviolette Strahlen bezeichnet werden. Diese elektro-magnetischen Schwingungen des Äthers, seien sie für unser Auge sichtbar oder nicht, lösen nun bei ihrem Auftreffen auf Atome Störungen in den Schwingungen der Atome oder der mit ihnen verketteten Elektronen aus, und diese Schwingungsstörungen äussern sich entweder in der Produktion von Wärme oder in chemischen oder elektrischen Vorgängen. Der Effekt der Strahlen hängt nicht nur von der Wellenlänge derselben, sondern auch von der Zusammensetzung des von den Strahlen getroffenen Körpers ab, und dieselbe Strahlengattung kann an dem einen Körper elektrische, an dem andern chemische, an dem dritten Wärmeprozesse auslösen, und alle drei sind mehr oder weniger eng miteinander verknüpft. Da nun die roten, bezw. ultraroten Strahlen bei der Mehrzahl der beobachteten Körper vorwiegend Wärmeproduktion veranlassen, die violetten und ultravioletten vorwiegend chemische Pro-

zesse, so hat man sich daran gewöhnt, von roten oder Wärmestrahlen und violetten oder chemischen Strahlen zu sprechen. Da nun im Sonnenlicht beide Strahlengattungen vertreten sind, so fragt es sich, welcher von den beiden die oben erwähnten eigenartigen Folgen auf die Haut des Menschen zugeschrieben werden müssen.

Die Erfahrung unserer Nordpolfahrer und Alpinisten spricht gegen die Annahme, dass etwa eine stärkere Erhitzung der Haut durch die Wärmestrahlen die Ursache jener eigenartigen Entzündung sein könne. Auch ist es eine bekannte Tatsache, dass Bäcker, Heizer und Glasbläser, welche rotglühenden Strahlungsquellen reichlich ausgesetzt sind, keine derartigen Hautentzündungen aufweisen, dass aber umgekehrt Personen, welche sich starken elektrischen Lichtquellen ungeschützt nähern, an ganz ähnlichen Haut- und, wie ich schon erwähnen will, Augenentzündungen erkranken, wie es von den Alpinisten her bekannt ist. Auf experimentellem Wege hat zuerst Hammer und später der leider so früh verstorbene dänische Forscher Finssen gezeigt, dass eine elektrische Lichtquelle, welche sehr reich an ultravioletten Strahlen ist, eine äusserst intensive Wirkung auf die Haut ausübt, selbst wenn die Wirkung der Wärmestrahlen durch zwischengeschaltetes Wasser mehr oder weniger aufgehoben ist.

Nachdem einmal festgestellt war, dass gerade die violetten und ultravioletten Strahlen in einer bestimmten Konzentration die eigenartigen Entzündungserscheinungen der Haut auslösen, die sich von den Verbrennungen durch die Wärmestrahlen vor allem dadurch unterscheiden, dass sie nicht sofort auftreten, sondern erst 12 bis 24 Stunden nach Einwirkung der schädlichen Lichtquellen, lag es

nahe, auch die bekannten Veränderungen, welche die Haut während der Sommermonate, besonders aber bei Gletschertouren und Polarfahrten erleidet, auf die stärkere Anwesenheit ultravioletter Strahlen in dem Tageslicht, bezw. Sonnenlicht zurückzuführen. Je höher die Temperatur einer Flamme ist, um so reicher pflegt sie an ultravioletten Strahlen zu sein und bei der gewaltigen Temperatur, die wir dem Sonnenball zuschreiben müssen, wäre zu erwarten, dass nicht nur eine sehr reichliche Menge von Wärmestrahlen, sondern auch eine gewaltige Menge der schädlichen ultravioletten Strahlen die Erdoberfläche erreicht. Indessen wird ein sehr grosser Teil der ultravioletten Strahlung durch die atmosphärische Hülle, welche unsern Erdball umgibt, absorbiert und nur ein kleiner Bruchteil gelangt gewöhnlich bis zur Erdoberfläche. Je niedriger die Sonne steht, um so grösser ist natürlich der Weg, den diese Strahlen durch die Atmosphäre zurückzulegen haben, um so grösser daher auch die Absorption, und so erklärt sich auch die vorwiegende Rotfärbung der Sonnenscheibe beim Aufgang und Niedergang des Gestirns. Je höher dagegen die Sonne steht, um so kürzer der Weg, um so mehr werden die Strahlen die Erdoberfläche an einem bestimmten Punkte erreichen. Da nun für uns die Sonne im Sommer am höchsten steht, so ist es auch begreiflich, dass wir immer im Sommer viel mehr ultraviolette Strahlen im Sonnenlicht empfangen. Erheben wir uns aber über die Erdoberfläche, sei es im Luftballon oder im Gebirge zu Höhen von 3000 oder 4000 Metern oder noch höher, so empfangen wir auch dort ein Licht, welches noch keine so starke Absorption durch die besonders an der Erdoberfläche viel dichtere Atmosphäre erlitten hat und daher gleichfalls überreich an ultravioletten Strahlen ist. Dazu

kommt aber noch, dass die Lichtstrahlen von den Schnee- und Eisflächen der Gletscher sehr stark reflektiert werden und bei dieser Reflektion nach Angabe einiger Forscher noch eine weitere Umwandlung in kürzerwellige, d. h. noch stärker chemisch wirkende Strahlen erfahren. Daraus erklärt sich, dass bei derartigen Gletschertouren die unbedeckten Körperstellen nicht nur gegen das einfallende, sondern auch das reflektierte Licht des Schnees geschützt werden müssen. Je staubfreier und reiner eine Atmosphäre ist, um so reicher wird ihr Licht an ultravioletten Strahlen, und die trockene staubfreie Luft der Polargegend ist wohl mit ein Grund für die dort beobachteten starken Erscheinungen des Erythema solare.

Wie nun im einzelnen diese ultravioletten Strahlen die eigenartigen Veränderungen der Haut bewirken, lässt sich natürlich nur an anatomischen Substraten genauer verfolgen. Die regelmässig eintretende Veränderung, die wir ja auch an uns selbst während der Sommermonate bemerken können, ist die stärkere Zunahme der Hautfarbe. Wir werden zwar im Gegensatz zu den gefärbten Rassen als die weisse Rasse bezeichnet, in Wirklichkeit ist aber unsere Haut, wenn auch sehr schwach, gefärbt und zwar durch ein ganz ähnliches Pigment, wie es sich bei den gefärbten Rassen nur in viel stärkerer Ausbreitung findet. Dieses Pigment ist in Gestalt allerfeinster, nur bei ganz starker mikroskopischer Vergrösserung sichtbarer Körnchen in die unteren Zellreihen der sogenannten Epithelschicht der Haut eingelagert, und es ist bemerkenswert, dass dieses Pigment förmliche kleine, die Kerne der Zellen kuppenförmig bedeckende Halbmonde bildet, sodass man den Eindruck gewinnt, als wenn ein förmliches Schutzdach gegen die Sonnenstrahlen durch die Haut hindurch aus-

gespannt wäre. Ausserdem finden sich in der menschlichen Haut, in der sogenannten Bindegewebsschicht, noch vereinzelte stark verästelte Zellen, welche ebenfalls in ihrem Zellleib und seinen Ausläufern zahlreiche feine, gelbe Pigmentkörner tragen. Es ist sehr wahrscheinlich, dass die pigmentierten Epithelzellen in das anliegende Bindegewebe einwandern und dort zu diesen Pigmentzellen, den sogenannten Chromatophoren werden. Unter dem Einfluss des ultravioletten Lichtes vermehrt sich nun nicht nur die Masse der Pigmentkörnchen in den epithelialen Zellen, sondern es findet auch eine Vermehrung der Chromatophoren im Bindegewebe statt. Welche Bedeutung diese Pigmentvermehrung hat, ist nicht ohne weiteres zu entscheiden, jedoch sprechen viele Umstände dafür, dass es sich um eine Art Schutzstoff gegen die Einwirkungen des ultravioletten Lichtes handelt, indem dasselbe von den gefärbten Körnchen aufgefangen und in irgend einer Weise verarbeitet wird. Dass in der Tat dem Pigment eine derartige Wirkung zukommt, geht daraus hervor, dass die mit Sommersprossen behafteten Personen bei Gletschertouren nur dort eine Entzündung der Haut bekommen, wo sich keine Sommersprossen befinden. Die Sommersprossen selbst sind aber nichts anderes als eine stärkere Anhäufung von Pigment in den Epithelzellen und eine besondere Anhäufung von Chromatophoren. Es handelt sich förmlich um die Einlagerung kleiner Pigmentschilde in die Haut, welche nun die darunterliegenden Gewebe vor der Einwirkung der ultravioletten Strahlen geschützt haben. Wenn also unsere Haut im Sommer dunkelt und die Sommersprossen stärker hervortreten, so müssen wir das als eine Art Schutzreaktion des Körpers nur dankbar begrüssen.

Eine weitere interessante Tatsache, welche darauf hin-

deutet, dass das Pigment einen Schutz gegen bestimmte Lichtstrahlen darstellt, ist die Erscheinung des sogenannten Buchweizen-Exanthems bei den Rindern. Schon frühzeitig hat man die Beobachtung gemacht, dass Rindvieh, welches während des Winters mit Buchweizen gefüttert worden war, zu der Zeit, wo es wieder auf die Weide getrieben wurde, an denjenigen Stellen der Haut, welche ungefärbt oder schwach gefärbt waren, einen blasenförmigen Ausschlag erhielten, während Tiere, die im dunkeln Stall verblieben, gar keine Krankheit aufwiesen.

Allerdings ist mit der Auffassung als Schutzstoff die Frage nach der Bedeutung der Hautpigmente nicht erschöpft. Es ist auch denkbar, dass die Pigmentierung, wie es für die Retinazellen des Auges bekannt ist, reflektorisch den Körper beeinflussen und Lichtrezeptionsorgane darstellen. Bei wirbellosen Tieren sind solche Uebertragungen auf das Nervensystem bekannt, indem man durch Beleuchtung solcher Flecke Muskelerregungen auslösen konnte. Hertel konnte zeigen, dass Bestrahlung des freigelegten Bauchstranges eines Regenwurms mit blauen und gelben Strahlen keinen Effekt hatte, dass aber die Bestrahlung des von Pigmentkörnchen reichlich durchsetzten Bauchstranges von Sipunculus nudus lebhafte Bewegungen auslöste. Bei höher organisierten Tieren, insbesondere den Menschen, fehlt uns bis jetzt jeder Beweis einer solchen Energieübertragung. Ferner wäre daran zu denken, dass das Hautpigment eine Art Abfallsprodukt wäre, welches bei der intensiven Bestrahlung durch erhöhte Verbrennung entstehe. So hat man sich früher die schwarze Färbung der Neger zu erklären versucht. Obwohl dieser Gedanke von der Hand zu weisen ist, möchte ich darauf hindeuten, dass in den tiefergelegenen Organen des Menschen, in den

Leberzellen, an den Herzmuskelfasern, den Ganglienzellen, den Zellen der Nebenniere, des Hodens mit zunehmendem Alter regelmässig Pigmente auftreten, welche denen der Haut ähnlich sind und die man bisher als Schlackenbildung, als Abnutzungsprodukt aufgefasst hat. Ob diesen fast regelmässig um den Kern gelagerten Pigmentkörnern eine besondere Schutzwirkung zukommt, ist noch ganz unbekannt. Für die Haut scheint mir die Schutzwirkung das wichtigste zu sein und die tiefe Färbung der äquatorialen Bevölkerung ist wohl in erster Linie als eine durch die Belichtung bedingte Anpassung im Sinne grösserer Schutzwirkung anzusehen. Ein Vergleich mit der Pigmentierung niederer Tiere, bei welchen reflektorisch durch Seh- und Tastorgane und durch die Wärme die Hautfarbe indirekt in verschiedenster Richtung beeinflusst werden kann, wie z. B. den Tintenfischen und dem Chamäleon, ist für höhere Tiere nicht durchzuführen. Solche vom Licht unabhängige stärkere Pigmentierung der Haut beim Menschen ist, von Entzündungen derselben abgesehen, nur unter besonderen Umständen, z. B. bei der Schwangerschaft oder bei Erkrankungen der Nebennieren beobachtet worden.

Eine zweite Veränderung, welche die violetten Strahlen hervorrufen, insbesondere wenn sie in grösserer Intensität die Haut treffen, ist die Rötung und Schwellung derselben, die wir als Entzündung bezeichnen.

Diese Rötung ist nun auch nichts anderes als ein, allerdings mit Schmerzen verbundenes, Schutzmittel gegen weitere Wirkungen der violetten Strahlen; denn es hat sich gezeigt, dass der Blutfarbstoff, der sich in den Blutkörperchen befindet, eine besondere Absorptionskraft für diese ultravioletten Strahlen besitzt. Je stärker daher die Gefässe der oberflächlichen Hautschichten mit Blut gefüllt

werden, um so mehr wird das unterliegende Gewebe geschützt. Dieser Schutz geht aber nur bis zu einem gewissen Grade und erstreckt sich vor allem nicht auf die über dem Gefässnetz gelegenen Schichten. Schliesslich werden daher die Gewebszellen und insbesondere die Gefässwandungen bei genügender Bestrahlung schwer geschädigt. Es kommt zu einer Ausschwitzung von Blutwasser aus den mit Blut gefüllten Gefässen, welche in die geschädigten Zellschichten eindringen und dieselben als Blasen abheben. Das sind die stärkeren Formen des sogenannten Erythema solare.

Neben diesen relativ harmlosen Entzündungszuständen der Haut, welche durch die ultravioletten Strahlen des Sonnenlichtes ausgelöst werden, gibt es nun aber Beobachtungen, welche für manche Personen schon das gewöhnliche Tageslicht als direkte Krankheits- oder Todesursache erscheinen lassen. So gibt es Menschen mit anscheinend gut pigmentirter Haut, die aber gegen Lichtstrahlen so empfindlich sind, dass schon der Aufenthalt im gewöhnlichen Tageslicht, ja der Aufenthalt im Zimmer in der Nähe der Fenster genügt, um auf der Haut ähnliche oder gar stärkere Entzündungen mit Knötchen- und Bläschenbildungen zu erzeugen, wie wir sie sonst nur bei dem Gletscherbrand beobachten (Hidroa aestiva). Auch die Schleimhäute des Auges können an diesen Entzündungen teilnehmen. In den Wintermonaten treten die Erscheinungen zurück oder verschwinden ganz, um mit dem Frühling und Sommer in alter Weise wiederzukehren. Der Gedanke liegt nahe, dass gewisse Erkrankungen der Augenschleimhäute, welche besonders im Frühling eintreten, wie der sogen. Frühlingskatarrh, auf eine solche Reizung durch das Sonnenlicht zurückgeführt werden können. Indessen haben sorgfältige Untersuchungen der hiesigen Augenklinik derartige Annahmen noch nicht bestätigt. Warum diese betr. Personen

so äusserst empfindlich gegen das gewöhnliche Tageslicht sind, sodass sie nur noch abends und in der Nacht in das Freie gehen können, ist vorläufig unaufgeklärt.

Indessen gibt es eine bestimmte Erkrankung des Menschen, bei der wir ähnlich wie beim Buchweizenexanthem der Rinder daran denken müssen, dass ein bestimmter Giftstoff die Haut für die Lichtstrahlen besonders empfindlich gemacht hat; es ist dies die Pellagra, die sogen. rauhe Haut, eine besonders in Oberitalien, letzthin aber auch in Südtyrol vielfach beobachtete und daselbst lebhaft fortschreitende Intoxikationskrankheit, welche mit schweren Schädigungen des Nervensystems und mit einer allmählichen Abnahme der geistigen Kräfte einhergeht, und dadurch ausgezeichnet ist, dass die Kranken regelmässig in den Sommermonaten, wenn sie auf dem Feld zu tun haben und sich dem Sonnenlicht aussetzen, eigentümliche flechtenartige, schuppende Erkrankungen der Haut bekommen, die im Winter wieder zurückgehen, um endlich vollkommen stationär zu bleiben. Der Giftstoff, welcher die Haut gegen das Sonnenlicht so empfindlich macht, wird nun unzweifelhaft mit dem Mais in den Körper aufgenommen, jedoch wissen wir bis heute nicht, in welcher Weise der Giftstoff in dem Mais ensteht und müssen uns mit der Erkenntnis begnügen, dass unreifer oder schlecht gehaltener, vielleicht durch Schimmelpilze zersetzter Mais die Erkrankung gerade bei der armen Bevölkerung, die nahezu ausschliesslich von dem Mais lebt, hervorruft.

Wenn nun bei der Pellagra eine gewisse Unterlage für die Empfindlichkeit der Haut in der Annahme eines Vergiftungsprozesses derselben, welcher ähnlich wie das Eosin die photographische Platte so hier die Haut sensibilisiert, besteht, so gibt es endlich Fälle, in denen von

einer solchen vorausgegangenen Vergiftung gar keine Rede ist und trotzdem das Sonnenlicht eine geradezu zerstörende Wirkung auf die menschliche Haut ausübt.

Das sind die unheimlichen Fälle von dem sogenannten Xeroderma pigmentosum, einer Krankheit, die sich meist schon im jugendlichen Alter einstellt und welche zunächst durch das Auftreten grösserer pigmentierter Flecke und pigmentierter Warzen an der Gesichtshaut und sonstigen Körperteilen gekennzeichnet ist. Diese Pigmentflecke und Pigmentwarzen, wie sie in kleineren oder grösseren Exemplaren jeder von uns an seinem Körper herumträgt, sind nun in Wirklichkeit nichts anderes als ganz kleine Geschwülste, entstanden durch eine abnorme Wucherung der Pigmentzellen der Oberhaut, welche in die Bindegewebshaut schon vor der Geburt hineingewachsen sind oder nach der Geburt hineinwachsen und nach einer bestimmten Zeit ihr Wachstum beendigen. Während nun gewöhnlich diese Pigmentmäler und Warzen unter dem Einfluss des Sonnenlichtes nur ganz geringfügige Veränderungen, eine stärkere Pigmentierung erfahren und nur sehr selten bei älteren Personen unter dem Einfluss besonderer traumatischer Reize, wie etwa wiederholtem Einschneiden mit dem Rasiermesser, oder Druck der Kleidung, oder Kratzen mit dem Nagel zu einer bösartigen Geschwulst, einem sogenannten schwarzen Krebs werden, sehen wir bei einzelnen jugendlichen Individuen schon unter dem Einfluss des gewöhnlichen Tageslichtes diese Pigmentflecke und Warzen sich allmählich vergrössern und trotz aller Sorgfalt in krebsige Geschwülste übergehen, wenn dem Tageslicht der Zutritt zu der Haut gewährt wird. Da eine derartige hermetische Abschliessung der Individuen natürlich nicht durchführbar ist, so gehen fast alle diese

Fälle hoffnungslos an diesem Krebsleiden und indirekt an dem Sonnenlicht zugrunde. Das merkwürdige ist, dass diese Erkrankung mehrfach Geschwister betroffen hat, wohl ein Hinweis dafür, dass diese krankhafte Empfindlichkeit der Haut angeboren sein muss.

Eine ähnliche Erkrankung wird auch im höheren Alter gelegentlich bei jenen Leuten beobachtet, welche ausserordentlich lange den Einflüssen des Lichtes und der Witterung ausgesetzt sind, nämlich bei den Seeleuten, sodass man diese Veränderung auch als Seemannshaut oder Seemannskrebs bezeichnet hat.

Auf einen andern merkwürdigen Einfluss des Lichtes, der weniger in einer krankheitserregenden als in einer heilungsverzögernden Richtung sich kund gibt, hat Finssen die Aufmerksamkeit gelenkt. Es war schon im Mittelalter in Europa und ist auch heute noch in China, Japan und andern Orten Sitte, die Pockenkranken in rote Tücher einzuschlagen oder sie in Zimmern zu halten, welche ganz mit roten Tüchern ausgeschlagen waren. Finssen glaubt nun in der Tat, dass unter dem Einfluss des roten Lichtes und bei Ausschaltung der blau-violetten Strahlen die Pockenkrankheit sehr viel glatter verläuft und keine Vereiterung der Pusteln oder starke Narbenbildung eintritt, wie wir sie bei Kranken, die unter Tageslicht gehalten sind, zu beobachten pflegen. Die bisher aufgestellte Statistik ist nicht gross genug, um hierüber ein Urteil zu fällen.

Neben diesen Beobachtungen bei Menschen und Tieren sind nun auch für die Pflanzen und niedrigsten Lebewesen, die Bakterien, schädigende Wirkungen des ultravioletten Lichtes beobachtet worden. Von Interesse ist schon die Frage, warum die Pflanzenblätter vorwiegend grün gefärbt

sind. Dieser grüne Farbstoff, das sogenannte Chlorophyll dient bekanntermassen zur Absorption bestimmter Lichtstrahlen, welche in der Pflanzenzelle selbst in andere Energieformen übergehen. Nach den Ausführungen von Stahl erklärt sich die Tatsache, dass von dem Chlorophyll einmal die roten und anderseits gerade die blauvioletten Strahlen absorbiert, die gelbgrünen aber durchgelassen werden, aus dem Umstande, dass unser gewöhnliches Tageslicht bei hohem Sonnenstand und klarer Atmosphäre überreich an dunklen Wärmestrahlen wird, die Blätter auch von allen Seiten dunkle Wärmestrahlen empfangen, welche nun durch das in den Pflanzen enthaltene Wasser genügend absorbiert werden, um einen besonderen Absorptionsstoff, der höchstens zu viel Wärme aufspeichern würde, unnötig zu machen. Die sichtbaren Strahlen von rot bis violett können auf direktem Wege oder reflektiert zu den Pflanzen gelangen. Bei dem direkten Weg durch die Atmosphäre werden aber die blauvioletten Strahlen stärker zerstreut und die rotgelben treten in den Vordergrund. Bei der Reflektion am Himmelsgewölbe erhalten gerade die blauvioletten Strahlen das Uebergewicht. Beiden Strahlengattungen gegenüber treten die grünen Strahlen im Himmelslicht zurück und der gelbgrüne Chlorophyll-Farbstoff erweist sich als die passende Complementärfarbe und Absorptionsstoff für die beiden wichtigsten, constanten, im diffusen Tageslicht vorkommenden Strahlen Dass ein zuviel an ultravioletten Strahlen auch bei den Pflanzen lähmende oder gar tötende Wirkungen ausüben kann, hat besonders Hertel in sorgfältiger Weise mit Hülfe des Spektrums einer Magnesiumlampe gezeigt. Er liess ultraviolette Strahlen von bestimmter Wellenlänge auf Blättchen von Elodea canadensis auffallen und beobachtete dieselben gleichzeitig mikrosko-

pisch und fand nun, dass nach wenigen Minuten eine sehr deutliche Verlangsamung der Protoplasmaströmung der Pflanzenzellen statt hatte. Sehr bemerkenswert war die entgegengesetzte, man möchte sagen belebende Wirkung des gelben Lichtes, welches von der für die mikroskopische Untersuchung benötigten Glühlampe ausging.

Dass auch bei den niedrigsten Tieren, den Protozoen und Bakterien, eine intensive Belichtung mit ultravioletten Strahlen eine sehr erhebliche Schädigung des Protoplasmas und bei genügend langer Zeitdauer eine vollständige Abtötung bedingen kann, ist eine nicht nur durch das Experiment, sondern vor allem auch durch die Beobachtungen in der Natur festgestellte Tatsache. Da unser gewöhnliches Tageslicht allerdings nicht genügend reich an ultravioletten Strahlen ist, so wird eine Abtötung von Mikroorganismen nur bei besonders starker Besonnung oder nach starker und genügend lange dauernder Besonnung eintreten können, wobei freilich die Austrocknung durch die Wärmestrahlen einen nicht zu unterschätzenden Faktor spielt. Die Frage, wie weit etwa grössere Epidemien, z. B. der Influenza, der Lungenentzündung, der Halsentzündung, auf eine durchschnittlich zu geringe Besonnung der Erdoberfläche während der Sommermonate und dadurch bedingte zu geringfügige Abtötung pathogener Mikroorganismen zurückgeführt werden können, harrt noch der Lösung. Man hat aber in der Tat die grossen Influenza-Epidemien damit erklären wollen, dass in den vorausgegangenen Sommermonaten die Sonnenscheindauer ungewöhnlich kurz gewesen ist.

Interessante Versuche der letzten Jahre haben nun gezeigt, dass auch dem gewöhnlichen Tageslichte bezw. Sonnenlichte eine sehr erhöhte abtötende Wirkung auf

niedere Organismen verliehen werden kann, wenn man der Flüssigkeit oder dem Medium, in welchem sich die betr. Organismen bewegen, fluoreszierende Substanzen, z. B. das Eosin, hinzufügt. Eine im gewöhnlichen Wasser befindliche Kultur von Paramaecien kann ohne Schaden für längere Zeit dem Sonnenlicht ausgesetzt werden, während dieselbe Kultur nach Beimischung von geringen Eosinmengen unter dem Einfluss der Lichtstrahlen in kurzer Zeit abstirbt. Dass tatsächlich das Licht allein diese Wirkung hervorruft, und zwar mit Hülfe der fluoreszierenden Substanz, geht daraus hervor, dass Eosinkulturen, die im Dunkeln aufbewahrt werden, nur ein sehr langsames Absterben der Paramaecien erkennen lassen und dass andererseits durch Vorschieben eines Eosinfilters vor die Eosinmischkultur die Einwirkung des Tageslichtes aufgehoben werden kann. Die Wirkung muss also darauf zurückgeführt werden, dass der Eosinfarbstoff bestimmte Strahlen des Sonnenlichtes, welche an und für sich für die Paramaecien ungefährlich sind, in eine Energieform umwandelt, welche direkt oder indirekt die Paramaecien tötet. Nach den Untersuchungen von Straub handelt es sich dabei um die Bildung von Peroxyden, und diese Sauerstoffverbindung bedingt sozusagen eine abnorme Verbrennung der von dem Eosin durchtränkten niederen Organismen.

Wir haben bis jetzt nur die sichtbaren oder doch leicht nachweisbaren Schädigungen des menschlichen Organismus durch die chemischen Strahlen des Sonnenlichtes kennen gelernt, und es erhebt sich natürlich die Frage, wie weit diesen Strahlen nun auch eine Tiefenwirkung auf den Organismus, d. h. auf die inneren Organe desselben zukommt. Dabei ist vor allem zu berücksichtigen, dass die kurzwelligen, chemisch wirkenden Strahlen nach allen Be-

obachtungen schon in der Epidermis und den obersten Hautschichten und zwar, wie schon früher gesagt, durch das Pigment einerseits, durch das Blutgefässnetz anderseits absorbiert werden. Nur die gelben und roten Strahlen dringen tiefer in die Gewebsschichten ein. Die direkte Abtötung der Gewebe durch die ultravioletten Strahlen lässt sich gewöhnlich nur bis zu einer Tiefe von $^1/_2$ mm nachweisen; daher ist wohl auch eine direkte Wirkung der ultravioletten Strahlen auf die inneren Organe, wie die Leber, die Nieren etc. ausgeschlossen. Doch kämen noch Veränderungen des Blutes, welches ja die bestrahlten Hautpartien in grosser Menge durchfliesst, in Betracht. Es ist ja zweifellos, dass die von dem Blut in der Haut absorbierten ultravioletten Strahlen in irgend eine andere Energieform umgewandelt werden müssen und es fragt sich nur, ob wir für dieselbe bereits irgend welche Nachweise erbringen können. In dieser Beziehung liegen nun interessante Beobachtungen von Schlaepfer vor, welcher nachweisen konnte, dass Blut und bluthaltiges Gewebe, welches der Wirkung ultravioletter Strahlen ausgesetzt war, eine erhöhte Photoaktivität erhielt, d. h. reichlich photographisch wirksame Strahlen aussandte. Welcher Natur diese Strahlen sind, ist sehr schwer zu bestimmen, und wie diese Strahlen auf die inneren Organe wirken, ist vorläufig gar nicht zu sagen. Nur ist bemerkenswert, dass bei weissen Kaninchen das Blut nach einer bestimmten Beleuchtungsdauer eine viel grössere Photoaktivität zeigte als bei den gewöhnlichen grau gefärbten Kaninchen, indem eben eine grössere Menge von Strahlen infolge des Mangels an Pigment in die Hautschicht eindrang.

Untersuchungen von Hasselbach haben ferner gezeigt, dass bei starker ultravioletter Bestrahlung der Blut-

farbstoff, welcher ja der Träger des Sauerstoffs ist, der allen Organen zugeführt werden muss, bei dem in den Kapillaren herrschenden Partialdruck sich stärker mit O verbindet, und er glaubt, dass dadurch eine Erschwerung der Abgabe des O an die Gewebe und eine Verlangsamung der Oxydation die Folge ist. Hasselbach geht soweit, die Frühjahrsmattigkeit, die Schläfrigkeit nach einem intensiven Lichtbade mit dieser abnormen Sauerstoffbildung unter dem Einflusse des Lichtes in Verbindung zu bringen. Auch die häufig bei Tieren zu findende Umscheidung der Blutgefässe mit Pigmentzellen fasst er als Schutz gegen zu starke Blutbelichtung auf.

Von anderer direkter Einwirkung des Sonnenlichtes ist uns nichts sicheres bekannt.

Noch wäre zu erwägen, ob nicht die früher erwähnten Hautveränderungen, insbesondere die langandauernde Blutüberfüllung oder auch die Blutveränderungen in den durchströmten Hautbezirken selbst irgend wie reflektorisch auf den Organismus Einfluss gewinnen. Auch in dieser Beziehung sind die Untersuchungen von Hasselbach sehr bemerkenswert, insofern er zeigen konnte, dass nach einem kräftigen Lichtbad die Zahl der Atemzüge sinkt, eine Erscheinung, die mehrere Tage andauern kann, dass gleichzeitig die Tiefe der Atemzüge zunimmt, dass ferner der Blutdruck um ca. 8% herabgeht und sich für längere Zeit auf dieser Tiefe erhält, dass schliesslich die psychische Stimmung angenehm erregt wird. Nach seinen Beobachtungen werden diese Folgen erst ausgelöst durch die Hautgefässveränderung und sind im wesentlichen durch die Blutableitung nach der Haut und die erleichterte Durchströmung der Hautblutgefässe zurückzuführen. Zu ähnlichen Resultaten ist auch Lenkei gekommen. Er konnte

die wichtige Tatsache feststellen, dass die Zahl der roten und weissen Blutkörperchen nach intensiver Sonnenbestrahlung in allen untersuchten Gefässpartien erheblich ansteigt. Wie weit es sich um absolute Vermehrung oder eine scheinbare durch Eindickung des Blutes handelt, ist noch unentschieden. Solche Eindickung des Blutes wäre bei dem gleichzeitig im Sonnenbad eintretenden Schwitzen wohl zu erwarten, wird aber von anderer Seite geleugnet. Nur die fleischigen Gewebe trocknen ein, nicht das Blut selbst.

Dabei kommen wir zu der Frage, welcher Einfluss denn den gelben und roten und ultraroten Wärmestrahlen zukommt, mit denen wir uns bisher noch garnicht beschäftigt haben, ob auch sie gelegentlich einen schädigenden Einfluss auf den menschlichen Organismus ausüben können. Da die Wärmestrahlen im Körper absorbiert werden, so würden sie eine dauernde Temperatursteigerung des Menschen hervorrufen, wenn derselbe nicht die Fähigkeit besässe, seine Temperatur stets innerhalb bestimmter Grenzen zu halten. Dies geschieht einmal durch chemische Regulation (Verminderung der Oxidationsvorgänge im Körper, z. B. absichtlich durch Vermeidung aller körperlicher Bewegung) vor allem aber auf physikalischem Wege, durch stärkere Abgabe von Wärme, durch Strahlung, durch Verdunstung des stärker sezernierten Schweisses und vermehrter Abgabe von Wasser durch die Lungen. Je intensiver die Wärmestrahlung wird, umso stärker arbeiten die physikalischen Faktoren. Selbstverständlich übt indirekt die starke Schweissbildung auf die Blutfülle der Haut, auf den Wasser- und Salzgehalt der Gewebe, auf das Herz und schliesslich auch auf den Stoffwechsel eine Wirkung aus. Leider fehlen bis heute ganz gesicherte Daten über die Beeinflussung des Gesamtstoffwechsels durch Wärme-

strahlen einerseits, chemische Strahlen andererseits, da beide schwer zu trennen sind und andere Faktoren, wie Bewegung, Wachen, Denkarbeit, Schlaf, Luftbewegung, Luftdruck, von den Augen ausgehende Reflexe störend in die Untersuchungen eingreifen. Jedenfalls ist es verständlich, dass lange Einwirkung wärmender Strahlen durch profuse Schweissbildung, besonders bei ungenügender Wasserzufuhr einen erschöpfenden Einfluss auf das Herz und Gefässsystem ausüben kann.

Wird nun die Wärmeausstrahlung des menschlichen Körpers durch starke Erwärmung der umgebenden Luft erschwert und kommt dazu noch ein besonderer Feuchtigkeitsgehalt der Luft, welcher die Verdunstung des Schweisswassers an der Hautoberfläche verhindert, so tritt eine bedenkliche, ja gelegentlich totbringende Wärmestauung in dem menschlichen Organismus ein, die zu den bekannten Bildern des sogenannten Hitzschlages führt, insbesondere bei solchen Personen, die, wie die Soldaten auf dem Marsche, stärkere Muskelbewegungen ausführen müssen und dadurch eine Erhitzung des Körpers bewirken.

Neben dieser mehr allgemeinen Wirkung der Wärme der Sonnenstrahlen kommt diesen unter bestimmten Verhältnissen auch eine lokale schädigende Wirkung zu. Ich habe bereits früher ausgeführt, dass im Gegensatz zu den blauvioletten Strahlen die Tiefenwirkung der rotgelben Strahlen eine viel intensivere ist. Bei den gelben Strahlen hat man noch Wirkungen bis zu 5 und 6 cm Tiefe beobachtet. Trifft nun ein Licht, welches sehr reich an Wärmestrahlen ist, wie z. B. das Licht der Tropensonne, unbedeckte Körperteile und wird es nicht durch die Zwischenschaltung von Pigment oder durch die besondere Strukturierung der Haut, grössere Dicke, stärkere Talgbildung,

stärkere Schweisssekretion, in seiner Wärmewirkung geschwächt, so kann eine Erhitzung tiefer gelegener Teile zustande kommen, welche sich z. B. an dem Zentralnervensystem in bedenklicher Weise fühlbar machen kann. So sehen wir nicht selten bei Europäern, die sich mit unbedecktem Haupte der grellen Tropensonne aussetzen, die Erscheinungen des sogenannten Sonnenstiches eintreten. Hier liegt nicht eine Erhitzung oder Erschöpfung des Gesamtkörpers, sondern eine direkte Schädigung des Gehirns und besonders des verlängerten Markes durch die auf den Kopf und Nacken auftreffenden Wärmestrahlen vor.

So gut wir nun in der Lage sind, bestimmte gröbere krankhafte Veränderungen des Organismus auf bestimmte Strahlen zurückzuführen, so wenig wissen wir über die feineren Vorgänge, unter welchen die oft zu beobachtende Besserung irgendwelcher Leiden unter dem Einflusse des Sonnenlichtes zustande kommt, und nur die Erfahrung kann uns vorläufig bei der Auswahl der Krankheiten und der Art der Anwendung des Sonnenlichtes leiten. Gerade weil die wissenschaftliche Medizin für die Anwendung ihrer Heilmethoden die möglichst genaue Kenntnis ihrer Wirkungen, wie sie durch das Tierexperiment sichergestellt werden können, und ihre genaue Dosirbarkeit voraussetzt, hat sie sich ohne Zweifel zum Schaden ihrer selbst vielfach von der Anwendung solcher Mittel zurückgehalten, deren heilende Wirkungen zwar durch die Beobachtung nahegelegt, die aber in ihren einzelnen wirksamen Faktoren mit Hülfe unserer modernen physikalisch-chemischen Untersuchungsmethoden am lebenden Organismus nicht genügend geklärt und nicht in genügend messbaren Dosen, wie andere Arzneimittel, verabreicht werden konnten; dazu gehören fast alle jene Mittel, welche als sogenannte Naturheilmethoden in

der neueren Zeit wieder sehr weite Verbreitung finden. Alle diese Methoden sind der Schulmedizin schon deswegen bekannt, weil dieselbe die Geschichte ihrer Disziplin genügend studiert hat, um zu wissen, wie je nach dem Stand wissenschaftlicher Erkenntnis, insbesondere aber auch nach der Art der neuen Schädlichkeiten, welche jede neue Kulturperiode für die Menschen mit sich bringt, die Auswahl zwischen den von der Natur gegebenen Heilmitteln – und dazu gehören alle — getroffen worden ist. Lässt sich doch leicht nachweisen, dass unter anderen die Schule der Methodiker, deren Begründer Asklepiades um das Jahr 100 v. Chr. in Rom lebte, die Bäderkuren, die diätetischen Kuren, die Massagekuren u. s. f. sehr genau studiert und gekannt und für ihre Patienten nutzbar gemacht hat. Was wir von den Wirkungen des Lichtes auf den gesunden Menschen wissen, habe ich oben auseinandergesetzt. Für das Licht gilt dasselbe wie für alle andern Arzneimittel. In starken Dosen wirkt es schädigend auf den gesunden Organismus, in geringen Dosen heilend auf den kranken. Denn der kranke Organismus gehorcht gleichen Gesetzen wie der gesunde; jeder Körper versucht die krankhaften Störungen zu beseitigen und die Aufgabe des Arztes ist es, falls er die Ursache der Störungen nicht mehr entfernen kann, und das kann er leider nur in sehr wenigen Fällen, die Reaktionen des Körpers zu unterstützen. In welcher Weise nun die von dem Licht in angemessener Dosis ausgelösten Veränderungen des Körpers, die vermehrte Schweissbildung, die Eindickung der Gewebe, die stärkere Durchblutung der Haut und dadurch veränderte Durchblutung der inneren Organe, die Beeinflussung der blutbereitenden Gewebe, die erleichternde Wirkung auf die Vorgänge im Gehirn, die vertiefte Atmung, die allgemeine Stoffwechselbeeinflussung,

die erhöhte Photoaktivität des Blutes, auf Allgemeinerkrankungen oder Erkrankungen bestimmter Organe wirken, wäre für jede einzelne Krankheit nach allen Richtungen klinisch und wo irgend möglich experimentell zu prüfen, ehe wir von einer wissenschaftlichen Anwendung der Sonnentherapie reden dürften. Solange wir solche Kenntnisse nur im geringen Umfange besitzen, werden wir vorwiegend auf die Erfahrung und was dabei unerlässlich ist, auf die genaueste Kontrolle jedes Kranken in Bezug auf seine Herz-, Nieren-, Lungen-, Nerventätigkeit etc. angewiesen sein, damit nicht durch wahllose Anwendung des Arzneimittels, in diesem Fall des Lichtes, schädliche Folgen eintreten. Eine solche Kontrolle wird aber von einem tüchtigen, mit allen diagnostischen Hilfsmitteln vertrauten Arzte stets besser ausgeübt werden können, als von einem noch so erfahrenen Laien. Nicht eines oder das andere, sondern beides ist nötig. Feine Beobachtungsgabe und grosse Erfahrungen machen den Heilkünstler, grosses Wissen den Gelehrten, Kunst und Wissen machen den wahren Arzt. Als Nichtkliniker kann ich auf die für die Sonnentherapie in Betracht kommenden Krankheiten nicht näher eingehen, sondern will nur betonen, dass gerade Stoffwechselkrankheiten, wie z. B. die Gicht, ferner chronische Erkrankung der Gelenke, chronische Erkrankungen der Lunge einer solchen unterstützenden Behandlung durch das Licht zugängig erscheinen. Bei der Wertschätzung der sogenannten Licht- und Luftbäder muss natürlich immer berücksichtigt werden, dass neben dem Licht der Luft ein mindestens ebenso grosser, ja vielleicht grösserer Einfluss auf die Haut und den ganzen Organismus zugesprochen werden muss.

Diese beiden Wirkungsgebiete greifen aber so stark ineinander, dass es überhaupt schwer hält, im einzelnen

Falle den wahren Heilfaktor zu analysiren. Nur für die sichtbaren Erkrankungen der Haut ist z. B. das Wirkungsgebiet des Lichtes als Heilfaktor klinisch und experimentell sichergestellt worden. Unter diesen von dem Licht günstig beeinflussten Hauterkrankungen sollen vor allem die Tuberkulose der Haut und der Krebs der Haut als die beiden gefürchtetsten Erkrankungen genannt sein. Es ist das ein nicht hoch genug anzuschlagendes Verdienst des früh verstorbenen Finsen, dass er die von mir früher geschilderte entzündliche Reaktion, welche das blauviolette Licht an der Haut hervorruft, dazu benutzte, um bei Erkrankung der Haut durch die gleiche Reaktion eine Heilung herbeizuführen. In der Tat ergaben sich überraschende Resultate, und es unterliegt wohl keinem Zweifel, dass die Behandlung des Gesichtslupus durch das konzentrierte Sonnenlicht oder das ihm nahe stehende elektrische Bogenlicht allen andern Behandlungsmethoden weit überlegen ist, denn nur mit diesen Methoden ist man in der Lage, bei dieser sonst so furchtbar entstellenden Erkrankung des Gesichts einigermassen zufriedenstellende kosmetische Resultate zu erzielen.

In der gleichen Weise günstig wirken die ultravioletten Strahlen, wenn sie in konzentrierter Form die Gewebe treffen, auf die bösartigen Geschwülste, die sogenannten Krebse der Haut. Freilich hat sich gezeigt, dass gerade hier eine ganz andere Art von unsichtbaren Strahlen, nämlich die sogenannten Röntgenstrahlen, weit bessere Resultate erzielen, da dieselben eine viel grössere Tiefenwirkung aufweisen.

Bleiben wir jedoch zunächst bei den ultravioletten Strahlen des Sonnenlichtes stehen, so fragt sich nun, wie die eigenartige heilende Wirkung des Lichtes aufzufassen ist. Für den Lupus der Haut, welcher bekanntermassen durch das Eindringen des Tuberkelbazillus

bedingt ist, sowie für manche andere parasitäre Hautkrankheiten, bei denen sich gleichfalls das Sonnenlicht als ein sehr wichtiger Heilfaktor erwiesen hat, lag der Gedanke nahe, dass das Licht direkt die Bakterien abtötete, wie es ja ausserhalb des Menschen nachgewiesen war. Diese Vorstellung hat sich jedoch als irrig erwiesen, insofern es nicht gelingt, die Bakterien bis zu einer genügenden Tiefe in der lupös erkrankten Haut durch eine für die benachbarte Haut des Kranken gefahrlose Belichtung abzutöten, wie man das leicht an herausgeschnittenen Gewebstücken experimentell zeigen kann. Vielmehr ist der Vorgang ein sehr viel komplizierterer, insofern die Zellen, welche das lupöse Gewebe zusammensetzen, sich als sehr viel empfindlicher gegen die ultravioletten Strahlen herausgestellt haben, als die Zellen des gesunden Gewebes und nun durch eine für die gesunde Haut unschädliche Beleuchtung schon geschädigt werden. Man kann es auch so ausdrücken, dass diese krankhaften Zellen sehr leicht am sogenannten Sonnenbrand zugrunde gehen. Jedes Absterben von Zellen im menschlichen Organismus bedingt nun aber eine heftige Reaktion des umliegenden gesunden Gewebes, aus dessen Spalten und Gefässen Zellen und Flüssigkeit in den abgestorbenen Bezirk vordringen, um diesen aufzulösen und durch normales Gewebe wieder zu ersetzen. Nun wissen wir aber, dass solchen Zellen und auch der Blutflüssigkeit die Fähigkeit der Abtötung von Bakterien, bezw. die Eigenschaft, solche Bakterien aufzufressen, zukommt. Und diese Ueberschwemmung des geschädigten Gewebes mit derartigen Stoffen und Zellen bedingt wohl in letzter Linie den Untergang der an und für sich schon geschwächten Tuberkelbazillen. Da nun die Lichtstrahlen nur die krankhaften Zellen schädigen, so werden dieselben in einer für

die menschliche Kunst in keiner Weise nachahmbaren spezifischen Form beseitigt, während die früher angewandten Methoden des Herausbrennens der Lupusknötchen als eine ganz grobe Methode dagegen bezeichnet werden muss. Wenn man ausserdem bedenkt, dass diese Behandlung nahezu schmerzlos verläuft, so wird ihr grosser Vorzug gegenüber den chirurgischen Methoden einleuchtend genug sein. Noch ist bemerkenswert, dass man auch die gelbroten Strahlen des Sonnenlichtes für die Heilung erkrankter Haut nutzbar zu machen gesucht hat, indem man die schon früher erwähnte merkwürdige Eigenschaft fluoreszierender Substanzen, z. B. des Eosins, benutzte, um dadurch die chemische Wirkung der Strahlen zu steigern. So hat man die erkrankten Hautstellen mit Eosinfarbe bedeckt und dann die Kranken dem gewöhnlichen grellen Sonnenlicht ausgesetzt und auch wirkliche Heilungen damit erzielt, wenn die Ergebnisse auch nicht so befriedigende und so zuverlässige sind wie bei der Behandlung mit konzentrierten ultravioletten Strahlen. Da die gelbroten Strahlen auch tiefer in den Organismus eindringen, so hat man sogar versucht, bei Tieren, welche an Protozoeninfektionen erkrankt waren, z. B. an Trypanosomen, welche beim Menschen die sogenannte Schlafkrankheit verursachen, durch Injektion von Eosin in die Gewebe und in das Blut und Belichtung der Tiere im hellen Sonnenschein die Krankheit zu koupieren, was allerdings nur in den Anfangsstadien derselben gelungen ist.

Ueberblicken wir noch einmal die heilenden Wirkungen, welche das ultraviolette Licht auf die Haut ausübt, so fällt uns sofort auf, dass diese Heilungen gerade dadurch zustande kommen, dass das Licht die geschwulstmässig wachsenden Zellen, die schnell wachsen und die sich schnell

vermehren, schädigt, und Experimente an Froscheiern haben diese hemmende, ja abtötende Wirkung der ultravioletten Lichtstrahlen an dem sich teilenden Ei bestätigt. Noch stärker kommt diese, fast möchte man sagen elektive Wirkung auf wachsende Zellen bei den den ultravioletten Strahlen verwandten Röntgenstrahlen zum Ausdruck. Ich will auf diese Strahlen, von deren merkwürdigem Wesen Sie genügend gehört haben werden, nicht genauer eingehen, möchte nur hervorheben, dass man noch besser als für das Licht eine förmliche Skala von Zellen aufstellen kann, von den Knochenzellen, den Sehnenzellen und andern angefangen, die sich als sehr wenig empfindlich erweisen, bis zu den Zellen der Gefässe, der blutbereitenden Organe, der Geschlechtsdrüsen hin, welche ganz besonders empfindlich gegen die Einwirkungen der Röntgenstrahlen sind. So hat man beobachtet, dass bei den Arbeitern in den Röntgenröhrenfabriken, welche sich den Strahlungen ungeschützt ausgesetzt haben, die Zeugungsfähigkeit völlig verloren gegangen war, und das Experiment wie klinische Beobachtungen haben gezeigt, dass auch die weibliche Keimdrüse durch die Röntgenbestrahlung in ihrer Funktion völlig vernichtet werden kann. So gefährlich gerade bei dem männlichen Geschlecht die ungeschützte Exposition gegen die Röntgenstrahlen werden kann, so erfolgreich wäre vielleicht beim weiblichen Geschlecht die Behandlung mit Röntgenstrahlen in den Fällen, wo die Funktion der Keimdrüse, welche nicht selten schwere Gesundheitsstörungen bei der periodischen Geschlechtstätigkeit des Weibes bedingt, aufgehoben werden soll, ohne dass die operative Entfernung, welche meist schwere Ausfallserscheinungen nach sich zieht, nötig ist. Noch interessanter sind aber die Einwirkungen auf die blutbereitenden Organe, bei denen gerade genauere

Untersuchungen gezeigt haben, dass ganz bestimmte Blutkörperchenarten an ihren Geburtsstätten im Knochenmark und in der Milz vernichtet werden, während andere am Leben bleiben, sodass dadurch das gesamte Blutbild eine völlig andere Beschaffenheit erlangt.

Berücksichtigt man endlich, dass auch die Röntgenstrahlen eine ganz besondere Wirkung auf die Zellen bösartiger Geschwülste, Krebse, Karzinome und Sarkome ausüben, sodass man schon die merkwürdigsten Heilungen, wenn auch bis jetzt nur bei mehr oberflächlichen Krebsen erzielt hat, so kommen wir zu dem Resultat, dass die ultra-violetten Strahlen des Sonnenlichts und die ihnen in der Wirkung verwandten Röntgenstrahlen gerade auf jene Zellen ihre Hauptwirkung entfalten, welche sich in einer besonderen Vermehrungstätigkeit befinden. Und wenn wir uns schliesslich fragen, wie denn nun eigentlich die letzten Wirkungen der Lichtstrahlen zu erklären sind, so erhebt sich zunächst das Problem, warum gerade die wachsenden und sich teilenden Zellen von den Lichtstrahlen, sei es im günstigen Sinne bei geringfügigen Dosen, im ungünstigen Sinne bei stärkeren Dosen beeinflusst werden. Diese Frage ist leider noch ungelöst. Wenn wir sie lösen wollen, müssen wir auf diejenigen Wirkungen des Lichtes zurückgreifen, die an einfacheren chemischen Substanzen, Gasen, Flüssigkeiten und festen Körpern nachgewiesen sind. Wir stellen uns heute vor, dass mit jedem Atom Elektronen, d. h. elektrische Elementarquanten verbunden sind, die in regelmässigen Perioden Schwingungen ausüben. Die Lichtstrahlen, welche ja nichts andres wie periodische Schwingungen des Aethers sind, verstärken nun diese Oscillationen, wenn sie gleiche oder in einfachen Beziehungen stehende Perioden besitzen. Dabei wandelt sich die Aetherschwingung in die vermehrten

Oscillationen der Elektronen um, sie verschwinden in dem Atom, werden absorbiert. Nur solche Lichtstrahlen, welche absorbiert werden, können demnach chemische Wirkungen ausüben. Je stärker nämlich die Oscillationen der Elektronen werden, um so leichter können sie gelockert oder ganz in Freiheit gesetzt werden. Das Freiwerden negativer Elektronen, welches besonders bei Metallen unter dem Einflusse des Lichtes beobachtet worden ist, wird auch als photoelektrischer Effekt bezeichnet. Die Lockerung und das Freiwerden der Elektronen bedingt aber die Möglichkeit der Umlagerung von Atomen und Molekülen, beschleunigt somit zahlreiche physikalisch-chemische Prozesse, wie z. B. die Kristallisation, die Polymerisierung, vor allem aber die Jonisierung von Gasen und Flüssigkeiten, die Bildung von Ozon, wodurch eine erhöhte Oxydation der dem Ozon zugänglichen Körper ermöglicht wird, erleichtert die Uebertragung von Jonenladungen in Lösung von Elektrolyten. Uebertragen wir diese Anschauung von der Elektronenverschiebung durch das Licht und der dadurch bedingten Beschleunigung chemischer Prozesse auf das Protoplasma der Zelle, so müssen wir zunächst nachweisen, dass das Protoplasma die Lichtstrahlen wirklich absorbiert. Für die ultravioletten Strahlen hat Hertel diese Absorption mit dem Engelmannschen Mikrospektrometer an den grossen Pigmentzellen verschiedener Cephalopoden nachgewiesen. Diese Zellen waren aber ausserdem verschieden pigmentiert, die einen gelb, die anderen rot. Die ersten wurden nun durch blaue, die letzteren durch gelbe Strahlen zur Aktion gebracht, d. h. jedes Mal durch die Strahlen, welche auch von dem Pigment absorbiert wurden. Es besitzen also bestimmte Zellen des tierischen Körpers Farbstoffe, die ausschliesslich der Absorption bestimmter Strahlen dienen und ähnlich

wie die künstliche Beimischung sensibilisierender Substanzen die Zellen für die betr Lichtstrahlen empfindlich machen.

Wie wirkt nun das absorbierte Licht? Da sich bei den meisten Versuchen über die Abtötung von Bakterien und Bakteriengiften die Gegenwart von Sauerstoff notwendig erwies, so lag es nahe, alle Wirkungen des Lichtes auf eine Jonisierung des Sauerstoffs, der in allen Zellen vorhanden ist, und eine dadurch bedingte beschleunigte Oxydation oder auf abnorme Oxydationsprozesse zurückzuführen. Die Möglichkeit, dass das Licht nur durch die Ozonisierung des Sauerstoffs oder durch die ionisierenden Vorgänge an sonstigen Gasen oder einfachen Flüssigkeiten im Protoplasma seine Wirkung entfaltet, muss zugegeben werden. Es ist aber nicht ausgeschlossen, dass die Lichtstrahlen auch direkt an andern Substanzen, die im Protoplasma in irgend einer Form gelöst sind, wie z. B. an den Fetten und Kohlehydraten, angreifen, zumal Lichtwirkungen an Fettkörpern ausserhalb des Organismus im Sinne einer Polymerisierung oder Labilisierung gegenüber Oxydationsprozessen wiederholt festgestellt worden sind. Freilich müsste geprüft werden, wie weit bei diesen Umwandlungen nicht der Luftsauerstoff seinerseits eine aktive Rolle spielt. Für die photoelektrischen Effekte an Metallen weist Thomsen die mitwirkende Rolle des Sauerstoffs, wenigstens für einzelne Fälle, entschieden ab. Sollten derartige direkte Wirkungen an bestimmten Fettkörpern erwiesen werden, so liesse sich die Tatsache, dass bestimmte lecithin- und glykogenreiche Zellen sehr früh erkranken, noch leichter verständlich machen. Da nun Lecithine und Terpene in alkalischen Medien bei langsamer oxydativer Zersetzung selbstleuchtend werden, so hat man darin eine Erklärung für die unter der Belichtung sich einstellende Photoakti-

vität zu finden geglaubt. Durch Einführung von belichtetem Lecithin und dessen Zersetzungsprodukt, dem Cholin, hat man im Tierkörper ähnliche Wirkungen zu erzielen vermocht, wie durch Röntgenbestrahlung. Ob es sich wirklich um gleiche Wirkungen handelt, insbesondere ob von diesen Präparaten eine Strahlenwirkung ausgeht, muss weiteren Untersuchungen überlassen bleiben.

Schliesslich müsste man zur Erklärung der Lichtwirkung auch noch die Beeinflussung intracellulärer Fermente heranziehen. Dass eine solche Beeinflussung ausserhalb des Tierkörpers statthat, weiss man. Wie sie zu Stande kommt und ob sie auch in den lebenden Zellen möglich ist, weiss man nicht. Sie sehen, dass uns das Licht noch eine Fülle von Rätseln aufgibt, und mein Vortrag sollte Ihnen nur zeigen, mit welcher Mühe man versucht hat, ein wenig Licht in das Dunkel dieser Lichtstrahlen zu bringen.

Druck von Ernst A. Günther
Freiburg im Breisgau.

LANE MEDICAL LIBRARY

To avoid fine, this book should be returned on or before the date last stamped below.

rg i. Br.

erschienen:

1.—

Ent-
8. ca. 5.—
der
06. —.90
ern-
—.90
r das
und
2.—
nen
sbe-
1.
and-
derer
—.80
vität
1906. —.90
chts-
1905. —.40
it be-
dnung
gebd. 1.60

Kompendium der Neurologie und Psychiatrie. 1907. 3.—

**Petrunkewitsch,** Alexander. Dr., Gedanken über Vererbung. 1904 1.80

**Prüfungsordnung,** die neue, für Mediziner. —.50

**Sellheim,** Hugo, Prof., Leitfaden für die geburtshilflich-gynäkologische Untersuchung. Mit 11 Abbildungen. 2. vermehrte und verbesserte Auflage. 1903. 2.—

**Thurneysen,** Prof. ord., die Etymologie. Eine akadem. Rede. 1905. 1.—

Photomount
Pamphlet
Binder
Gaylord Bros.
Makers
Syracuse, N. Y.
PAT. JAN 21, 1908

58811
U843 Aschoff, L.
A81 Über die Wirkungen
1908 des Sonnenlichtes auf
den Menschen.
DATE DUE